

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

| | |
|---|---|
| Date of mailing: 15 February 2001 (15.02.01) | |
| International application No.: PCT/JP00/05155 | Applicant's or agent's file reference: IB299WO |
| International filing date: 01 August 2000 (01.08.00) | Priority date: 09 August 1999 (09.08.99) |
| Applicant: ITO, Yasutaka et al | |

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
01 August 2000 (01.08.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

| | |
|---|---|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35 | Authorized officer: J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38 |
|---|---|

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H05B 3/00, H05B3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H05B 3/00-3/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 8-4000, Y2 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 31 January, 1996 (31.01.96), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 3-244928, A (Mitsubishi Electric Corporation), 31 October, 1991 (31.10.91), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 3-114166, A (Toshiba Corporation), 15 May, 1991 (15.05.91), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 60-249282, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 09 December, 1985 (09.12.85), (Family: none) | 1-4 |
| A | US, 4786799, A (General Electric Company), 22 November, 1988 (22.11.88), | 1-4 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 October, 2000 (11.10.00)

Date of mailing of the international search report
24 October, 2000 (24.10.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| | (Family: none) | |



THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YASUTOMI, Yasuo
Recruit Shin Osaka Bldg. 4F
14-22, Nishinakajima 5-chome
Yodogawa-ku
Osaka-shi, Osaka 532-0011
JAPON

RECEIVED

NOV. 13. 2000

YASUTOMI
& Associates

| | |
|--|---|
| Date of mailing (day/month/year) 06 November 2000 (06.11.00) | |
| Applicant's or agent's file reference IB299WO | IMPORTANT NOTIFICATION |
| International application No. PCT/JP00/05155 | International filing date (day/month/year) 01 August 2000 (01.08.00) |
| International publication date (day/month/year) Not yet published | Priority date (day/month/year) 09 August 1999 (09.08.99) |
| Applicant IBIDEN CO., LTD. et al | |

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

| <u>Priority date</u> | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt of priority document</u> |
|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 09 Augu 1999 (09.08.99) | 11/225697 | JP | 12 Sept 2000 (12.09.00) |
| 03 Apr 2000 (03.04.00) | 2000/101564 | JP | 12 Sept 2000 (12.09.00) |

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

S. Mandallaz

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

47

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | |
|---|--|---|
| Applicant's or agent's file reference IB299WO | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/JP00/05155 | International filing date (day/month/year) 01 August 2000 (01.08.00) | Priority date (day/month/year) 09 August 1999 (09.08.99) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H05B 3/00, 3/20 | | |
| Applicant IBIDEN CO., LTD. | | |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

| | |
|---|---|
| Date of submission of the demand 01 August 2000 (01.08.00) | Date of completion of this report 10 January 2001 (10.01.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/JP | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-25 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____ 1-4 _____, filed with the letter of 25 December 2000 (25.12.2000)
- ☒ the drawings:
pages _____ 1-10 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

| | | | |
|-------------------------------|--------|-----|-----|
| Novelty (N) | Claims | 1-4 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | | YES |
| | Claims | 1-4 | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-4 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

Document 1: JP, 11-40330, A (Ibiden Co., Ltd.), 12 February 1999 (12.02.99)
Document 2: JP, 8-4000, Y2 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 31 March 1996 (31.03.96)
Document 3: JP, 3-244928, A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 October 1991 (31.10.91)
Document 4: JP, 3-114166, A (Toshiba Corp.), 15 May 1991 (15.05.91)
Document 5: JP, 60-249282, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 9 December 1985 (09.12.85)

Claims 1 and 2

Documents 1 and 2 describe a ceramic heater in which a heating element is provided on the surface of or inside a ceramic substrate and the heating element is divided into two or more circuits. More specifically, document 2 (page 2, column 4, lines 32 to 34) states that the heater can be controlled to obtain the desired temperature distribution, such as making the temperature higher in the center and lower around the periphery. These features suggest the idea of using temperature measurement data and feeding a different quantity of electric power to each circuit of a heating element that is divided into two or more circuits.

Additionally, documents 3 to 5 describe an arrangement in which a heater equipped with a temperature measuring means detects the temperature data measured by the temperature measuring means and supplies electric power to each of a plurality of heating elements based on the temperature data. It can be understood that the heater in this arrangement also "computes" the necessary electric power data. The application of this arrangement to a ceramic heater for heating semiconductors is within the normal creative capabilities of one skilled in the art.

Therefore, one skilled in the art could have easily conceived the inventions described in claims 1 and 2 by applying the inventions described in documents 3 to 5 to the inventions described in documents 1 and 2.

Claims 3 and 4

Whether a temperature measuring element is used or a thermo viewer is used as the temperature measuring means, it is a mere matter of selecting the appropriate means for one skilled in the art.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

VIII. Certain observations on the international application

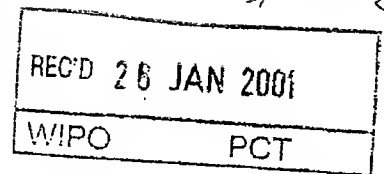
The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

In the written reply, the applicant asserts that the present invention can execute "a temperature increase that causes surface temperature differences to converge." However, based only on the subject matter of the amended claims, it is not found that a clear difference exists between the present invention and the subject matter of the documents cited in this preliminary examination report regarding such a feature.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| 出願人又は代理人 の書類記号 I B 2 9 9 W O | 今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ I P E A / 4 1 6）を参照すること。 | |
| 国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 5 1 5 5 | 国際出願日 (日.月.年) 0 1 . 0 8 . 0 0 | 優先日 (日.月.年) 0 9 . 0 8 . 9 9 |
| 国際特許分類 (IPC) I n t . C l ⁷ H 0 5 B 3 / 0 0 , H 0 5 B 3 / 2 0 | | |
| 出願人 (氏名又は名称) イビデン株式会社 | | |

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
- この附属書類は、全部で 1 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☒ 国際出願に対する意見

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------|
| 国際予備審査の請求書を受理した日 0 1 . 0 8 . 0 0 | 国際予備審査報告を作成した日 1 0 . 0 1 . 0 1 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁 (I P E A / J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員) 新 海 岳 | 3 L 8 1 1 1 |
| 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 5 | | |

THIS PAGE BLANK 11/15/2011

1. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-25 ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 1-4 項、 25.12.00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-10 ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

| | | | |
|----------------|-------|-----|---|
| 新規性 (N) | 請求の範囲 | 1-4 | 有 |
| | 請求の範囲 | | 無 |
| 進歩性 (IS) | 請求の範囲 | | 有 |
| | 請求の範囲 | 1-4 | 無 |
| 産業上の利用可能性 (IA) | 請求の範囲 | 1-4 | 有 |
| | 請求の範囲 | | 無 |

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

文献1: JP, 11-40330, A (イビデン株式会社)
 12. 2月. 1999 (12. 02. 99)
 文献2: JP, 8-4000, Y2 (信越化学工業株式会社)
 31. 1月. 1996 (31. 01. 96)
 文献3: JP, 3-244928, A (三菱電機株式会社)
 31. 10月. 1991 (31. 10. 91)
 文献4: JP, 3-114166, A (株式会社東芝)
 15. 5月. 1991 (15. 05. 91)
 文献5: JP, 60-249282, A (松下電工株式会社)
 9. 12月. 1985 (09. 12. 85)

請求の範囲1, 2

セラミックヒータとして、セラミック基板の表面又は内部に発熱体が形成され、かつ、当該発熱体が2以上の回路に分割されてなるものは、文献1, 2に記載されている。そして、とくに文献2では、その第2頁の第4欄第32行~第34行に「中央部の温度を高くして周囲を徐々に低温にしたり、所望の温度分布に制御することができ、」と記載されていることからして、測温データを用いて2以上の回路に分割された発熱体の各回路に異なる電力を供給することも示唆されているといえる。

また、ヒータとして、測温手段を備え、当該測温手段により測定された温度データを検知すると共に、発熱体を複数として、その各々に前記温度データに基づいて電力を供給する構成は、上記文献3~5に記載されており、かかる構成のヒータも必要な電力データを「演算」していると理解しうるものである。かかる構成を半導体加熱用のセラミックヒータに適用すること自体は、当業者にとって通常の創作能力を発揮した域を出るものではない。

そうしてみると、請求の範囲1, 2に記載された発明は、文献1, 2に記載された発明に文献3~5に記載された発明を適用することにより、当業者が容易に案出し得たものである。

請求の範囲3, 4

測温手段として、測温素子を用いることもサーモビュアを用いることも、当業者にとって適宜採用し得たことにすぎない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Ⅶ. 国際出願に対する意見

請求の範囲、明細書及び図面の明瞭性又は請求の範囲の明細書による十分な裏付についての意見を次に示す。

出願人は、答弁書において、本願各発明は「面内温度差を収束させる昇温」を行えるものである旨主張しているが、補正後の各請求の範囲の記載の限りでは、本願各発明が本予備審査報告書に記載した文献記載のものと比べてその点で明瞭な差異があると認められるものではない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

請求の範囲

1. (補正後) 円板状のセラミック基板の表面または内部に発熱体が形成される
とともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、前
5 記発熱体に電力を供給する制御部と、前記測温手段により測定された温度データ
を記憶する記憶部と、前記温度データから前記発熱体に必要な電力データを演算
する演算部とを備えてなり、
前記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には、演算さ
れた電力データに基づいて異なる電力が供給されるように構成されていることを
10 特徴とする半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

2. (補正後) 円板状のセラミック基板の表面または内部に発熱体が形成される
とともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、前
記発熱体に電力を供給する電源と、この電源を制御する制御部と、前記測温手段
15 により測定された温度データを記憶する記憶部と、前記温度データから前記発熱
体に必要な電力データを演算する演算部とを備えてなり、
前記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には、演算さ
れた電力データに基づいて異なる電力が供給されるように構成されていることを
特徴とする半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

20

3. (補正後) 前記測温手段は、測温素子である請求の範囲1または2に記載の
半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

4. (補正後) 前記測温手段は、サーモビュアである請求の範囲1または2に記
25 載の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

THIS PAGE BLANK (user10)

→国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

| | | | |
|---------------------------|---|-------------------------|--|
| 出願人又は代理人 の書類記号 IB299WO | 今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。 | | |
| 国際出願番号 PCT/JP00/05155 | 国際出願日 (日.月.年) 01.08.00 | 優先日 (日.月.年) 09.08.99 | |
| 出願人(氏名又は名称) イビデン株式会社 | | | |

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 3/00, H05B3/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 3/00~3/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1971年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-1996年
 日本国登録実用新案公報 1994年-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996年-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名、及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| Y | JP, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP, 8-4000, Y2 (信越化学工業株式会社) 31. 1月. 1996 (31. 01. 96) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP, 3-244928, A (三菱電機株式会社) 31. 10月. 1991 (31. 10. 91) (パテントファミリーなし) | 1-4 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 10. 00

国際調査報告の発送日

24.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新海 岳

3L 8111

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

THIS PAGE BLANK (USPTO)

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | |
|---------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP, 3-114166, A (株式会社東芝) 15. 5月. 1991 (15. 05. 91) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP, 60-249282, A (松下電工株式会社) 9. 12. 1985 (09. 12. 85) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| A | US, 4786799, A (General Electric Company) 22. 11月. 1988 (22. 11. 88) (パテントファミリーなし) | 1-4 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THE FOLLOWING IS THE ENGLISH TRANSLATION OF THE
ANNEXES TO THE INTERNATIONAL PRELIMINARY
EXAMINATION REPORT UNDER PCT ARTICLE 34:
AMENDED SHEETS (pages 35 and 36)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

CLAIMS

1. A ceramic heater comprising a ceramic substrate and a resistance heating element formed on the surface of said ceramic substrate or inside said ceramic substrate,
5 wherein: said ceramic heater is equipped with:
a temperature-measuring means measuring the temperature of said ceramic substrate or an object to be heated;
a control unit supplying electric power to said heating
10 element;
a memory unit memorizing the temperature data measured by said temperature-measuring means; and
an operation unit calculating electric power required for said heating element from said temperature data,
15 said ceramic heater being constituted such that said heating element is divided into at least 2 or more circuits and different electric power is supplied to each of the circuits.
2. A ceramic heater comprising a ceramic substrate and a resistance heating element formed on the surface of said ceramic substrate or inside said ceramic substrate,
20 wherein: said ceramic heater is equipped with:
a temperature-measuring means measuring the temperature of said ceramic substrate or an object to be heated;
25 a power source supplying electric power to said heating element;
a control unit controlling the power source;
a memory unit memorizing the temperature data measured by said temperature-measuring means; and
30 an operation unit calculating electric power required for said heating element from said temperature data;
said ceramic heater being constituted such that said heating element is divided into at least 2 or more circuits and different electric power is supplied to each of the circuits.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3. The ceramic heater according to any of claim 1 or 2,
wherein said temperature-measuring means is a
temperature-measuring element.
- 5 4. The ceramic heater according to any of claim 1 or 2,
wherein said temperature-measuring means is a
thermoviewer.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 2 月 15 日 (15.02.2001)

PCT

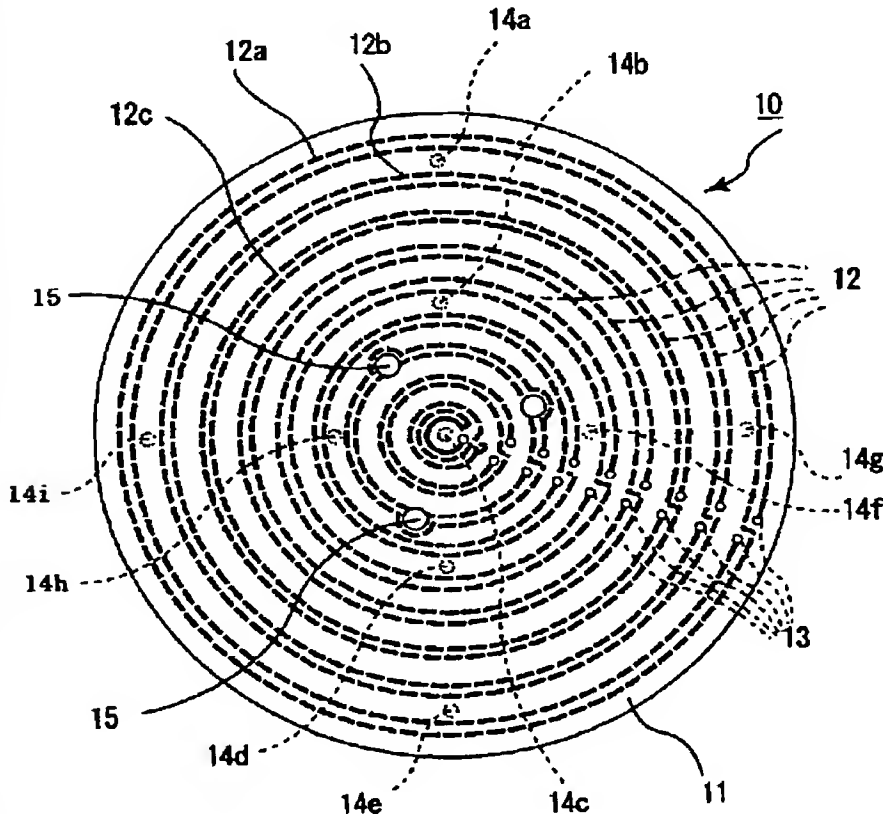
(10) 国際公開番号
WO 01/11919 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 3/00, 3/20 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05155 (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP], 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (22) 国際出願日: 2000 年 8 月 1 日 (01.08.2000) (74) 代理人: 安富康男, 外 (YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平11/225697 1999 年 8 月 9 日 (09.08.1999) JP
特願2000/101564 2000 年 4 月 3 日 (03.04.2000) JP

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC HEATER

(54) 発明の名称: セラミックヒータ



(57) Abstract: The invention provides a ceramic heater capable of making uniform the temperature of a workpiece such as a silicon wafer, preventing damage to the silicon wafer, and recovering a set temperature in a short time if an unexpected temperature change occurs. The ceramic heater includes a heater formed on or under the surface of a ceramic substrate, temperature-measuring means for measuring the temperature of the ceramic substrate or an object to be heated, a controller for supplying electric power to the heater, a storage for storing the temperature data measured by the temperature-measuring means, and a processor for determining the electric power required for the heater based on the temperature data. The heater is divided into two or more circuits, which are supplied with different quantities of electric power.

[続葉有]



WO 01/11919 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明は、シリコンウエハ等の被加熱物の温度を均一化することができ、シリコンウエハの破損を防止することができ、また、予定外の温度変化が生じた場合でも、短時間で設定温度に回復させることができるセラミックヒータを提供するものであり、本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、前記発熱体に電力を供給する制御部と、前記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、前記温度データから前記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、前記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とする。

明細書

セラミックヒータ

5 技術分野

本発明は、主に半導体産業において使用され、半導体ウエハ等の乾燥用、スパッタリング用等に用いられるセラミックヒータに関し、特には、温度制御しやすく、加熱面の温度均一性に優れるセラミックヒータに関する。

10 背景技術

半導体製品は、シリコンウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し、シリコンウエハのエッチングを行う工程等を経て製造される。

この感光性樹脂は液状であり、スピンコーターなどを用いてシリコンウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に乾燥させなければならず、塗布したシリコンウエハをヒータ上に載置して加熱することになる。

従来、このような用途に使用される金属製のヒータとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配置したものが採用されている。

発明の要約

20 ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15 mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪みが発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、かさばってしまう。

また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

そこで、特公平8-8247号公報などに記載されているように、発熱体が形

成された窒化物セラミックを使用し、発熱体近傍の温度を測定しながら、温度制御する技術が提案されている。

ところが、このような技術を用いてシリコンウエハを加熱しようとした際、ヒータ表面の温度差に起因する熱衝撃でシリコンウエハが破損してしまうという問題が発生した。

そこで、本発明者らは、シリコンウエハ破損の原因について鋭意研究した結果、温度制御を行っているにも拘わらずシリコンウエハが破損するのは、単一の温度制御を行っても、加熱面を均一な温度にすることが困難なため、シリコンウエハに場所による温度差が生じ、破損してしまうという事実を突き止めた。

また、このような温度の不均一は、窒化物セラミックや炭化物セラミックなどの熱伝導率の高いものほど顕著であるという事実も新たにつきとめた。

なお、特開平 6 - 2 5 2 0 5 5 号公報には、周縁部の温度よりも中央部の温度の方を高く制御する制御技術が、特開昭 6 3 - 2 1 6 2 8 3 号公報には、発熱体回路を分割して制御する技術がそれぞれ提案されているが、いずれも予め温度スケジュールを決めておいてから温度を制御する技術である。

しかしながら、現実のシリコンウエハの加熱では、低温のシリコンウエハを急に載置する場合のような外乱があり、上記温度スケジュールを予め決めておくような制御技術では予定外の温度変化があった場合に温度を制御をすることができない。

そこで、本発明者らはさらに検討を重ね、発熱体を 2 以上の回路に分割し、温度測定の結果に基づいて各回路に異なった電力を投入して温度制御を行い、加熱を行うことによって、ヒータ板のシリコンウエハ等を加熱する面（以下、ウエハ加熱面という）の温度差を小さくすることにより、半導体ウエハ等の被加熱物全体の温度を均一化することができ、シリコンウエハの破損を防止し、また、予定外の温度変化があっても温度を制御することができることを見出し、以下に示す内容を要旨構成とする本発明を完成するに至った。

即ち、第一の本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、上記発熱体に電力を供給する制御部と、上記測温手段により

測定された温度データを記憶する記憶部と、上記温度データから上記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、上記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とするものである。

5 また、第二の本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、上記発熱体に電力を供給する電源と、この電源を制御する制御部と、上記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、上記温度データから上記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、

10 上記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とするものである。

また、第一の本発明のセラミックヒータおよび第二の本発明のセラミックヒータにおいて、上記測温手段は、測温素子またはサーモピュアであることが好ましい。

15

図面の簡単な説明

図1(a)は、第一の本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示すブロック図であり、図1(b)は、その部分拡大断面図である。

20 図2は、第一の本発明のセラミックヒータのヒータ部分の一例を模式的に示す平面図である。

図3は、第一の本発明のセラミックヒータの他の一例を模式的に示すブロック図である。

図4は、実施例4に係るセラミックヒータの温度プロファイルを示すグラフである。

25 図5は、実施例4に係るセラミックヒータの電力(電流)プロファイルを示すグラフである。

図6は、第二の本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示すブロック図である。

図7(a)は、図6に示したサーモピュアにより得られた画像データを示す模

式図であり、(b)は、(a)の図を、複数の画素に区画し、各画素の色を複数段階に分けて多値化した状態を示す模式図である。

図8は、実施例4に係るセラミックヒータ表面に外乱が発生した際の、セラミックヒータの温度回復の状態を示したグラフである。

5 図9は、実施例5に係るセラミックヒータの電力(電流)プロファイルを示すグラフである。

図10は、実施例5に係るセラミックヒータの温度プロファイルを示すグラフである。

10 符号の説明

10、30、50 セラミックヒータ

11、31、51 ヒータ板

12、32 発熱体

13、33 端子ピン

15 14、34 有底孔

15、35 貫通孔

19 シリコンウエハ

11a、31a、51a ウエハ加熱面

11b、31b、51b 底面

20 16 リフターピン

17、37 熱電対

18 スルーホール

21、41、61、610 記憶部

22、42、62、620 演算部

25 23、43、63 制御部

560 支持ピン

600 サーモピュア

630 電源部

発明の詳細な開示

まず、第一の本発明のセラミックヒータについて説明する。

第一の本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、上記発熱体に電力を供給する制御部と、上記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、上記温度データから上記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、上記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とする。

上記第一の本発明のセラミックヒータによれば、ウエハ加熱面の温度または半導体ウエハ等の被加熱物の温度の測定結果に基づいて2以上に分割された発熱体の回路に投入する電力を変えることにより、温度制御を行うことができるので、ウエハ加熱面の温度を均一にして、被加熱物全体の温度を均一化することができ、シリコンウエハの破損を防止することができる。

図1(a)は、第一の本発明のセラミックヒータの一例の概略を示したブロック図であり、(b)は、その一部を示した部分拡大断面図である。また、図2は、図1に示したセラミックヒータを構成するヒータ部分を模式的に示す平面図である。

ヒータ板11は、円板状に形成されており、発熱体12(12x、12y)は、ヒータ板11のウエハ加熱面11aの全体の温度が均一になるように加熱するため、ヒータ板11の内部に同心円形状のパターンに形成されている。また、これら発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組として、1本の線になるように接続され、その両端に入出力の端子となる端子ピン13がスルーホール18を介して接続されている。また、端子ピン13には、ソケット20が取り付けられ、このソケット20は、電源を有する制御部23に接続されている。

また、中央に近い部分には、リフターピン16を挿通するための貫通孔15が形成され、さらに、測温手段(測温素子)としての熱電対17を挿入するための有底孔14a~14iが形成されている。

また、図1に示したように、このセラミックヒータ10では、貫通孔15にリ

フターピン16が挿入され、このリフターピン16上にシリコンウエハ19が載置されるようになっている。また、このリフターピン16を上下させることにより、シリコンウエハ19を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ19を受け取ったりすることができるようになっている。

- 5 また、支持ピン560（図6参照）でシリコンウエハを支持することによりウエハ加熱面から離間させた状態で加熱することもできる。離間の距離は、50～5000 μm が望ましい。

また、ヒータ板11には、底面11b側から有底孔14が設けられ、この有底孔14の底には、測温手段としての熱電対17が固定されている。この熱電対17は、記憶部21に接続され、各熱電対17の温度を一定時間毎に測定し、そのデータを記憶することができるようになっている。そして、この記憶部21は、制御部23に接続されるとともに、演算部22に接続され、記憶部21に記憶されたデータに基づき、演算部22で制御する電圧値等の計算を行い、これに基づき、制御部23から各発熱体12に対して所定の電圧を印加し、ウエハ加熱面11aの温度を均一化することができるようになっている。

次に、本発明のセラミックヒータ10の動作について、説明する。

まず、制御部23を作動させることによりセラミックヒータ10に電力を投入すると、ヒータ板11自体の温度が上がり始めるが、外周部の方の表面温度がやや低温になる。

- 20 熱電対17で測温したデータは、記憶部21に一端格納される。次に、この温度データは演算部22に送られ、演算部22において、各測定点における温度の差または所定温度との差 ΔT を演算し、さらに、ウエハ加熱面11aの温度の均一化のために必要なデータ ΔW を演算する。

例えば、発熱体12xと発熱体12yにおける温度差 ΔT があり、発熱体12xの方が低ければ、 ΔT を0にするような電力データ ΔW を演算し、これを制御部23に送信して、これに基づいた電力を発熱体12xに投入して昇温させるのである。

電力の計算アルゴリズムについては、ヒータ板11の比熱と加熱域の重量から昇温に必要な電力を演算する方法が最も簡便であり、これに発熱体パターンに起

因する補正係数を加味してもよい。また、予め、特定の発熱体パターンについて昇温試験を行い、測温位置、投入電力、温度の関数を予め求めておき、この関数から投入電力を演算してもよい。そして、演算部 22 で演算された電力に対応する印加電圧と時間とを制御部 23 に送信し、制御部 23 でその値に基づいて各発熱体 12 に電力を投入することになる。

即ち、第一の本発明のセラミックヒータでは、演算部 22 があるため、予定外の温度変化が生じた場合でも、温度の均一化のための電力を演算でき、実用的な温度制御を実現することができる。

次に、第一の本発明のセラミックヒータを構成する各部材等について説明する。このセラミックヒータ 10 において、ヒータ板 11 の厚さは、0.5～5 mm が好ましい。0.5 mm より薄いと、強度が低下するため破損しやすくなり、一方、5 mm より厚くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が悪くなる。

セラミックヒータ 10 を構成するセラミックは、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックであることが望ましい。

窒化物セラミックや炭化物セラミックは、熱膨張係数が金属よりも小さく、機械的な強度が金属に比べて格段に高いため、ヒータ板 11 の厚さを薄くしても、加熱により反ったり、歪んだりしない。そのため、ヒータ板 11 を薄くて軽いものとすることができる。さらに、ヒータ板 11 の熱伝導率が高く、ヒータ板自体が薄いため、ヒータ板の表面温度が、発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流値を変えて発熱体 12 の温度を変化させることにより、ヒータ板の表面温度（ウエハ加熱面の温度）を制御することができるのである。

上記窒化物セラミックとしては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

また、炭化物セラミックとしては、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

これらのなかでは、窒化アルミニウムが最も好ましい。熱伝導率が $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と最も高く、温度追従性に優れる反面、温度分布の不均一を招きやすく、

本発明のような測温手段を用いる必要があるからである。

本発明のセラミックヒータ 10 において、ヒータ板 11 には、被加熱物を載置するウエハ加熱面 11 a の反対側（底面）からウエハ加熱面 11 a に向けて有底孔 14 a ~ 14 i（以下、単に、有底孔 14 ともいう）を設けるとともに、有底孔 14 の底を発熱体 12 よりも相対的にウエハ加熱面 11 a に近く形成し、この有底孔 14 に測温手段を設けることが望ましい（図 1 参照）。

また、有底孔 14 の底とウエハ加熱面 11 a との距離 L は、0.1 mm ~ セラミック基板の厚さの 1/2 であることが望ましい（図 1（b）参照）。

これにより、測温場所が発熱体 12 よりもウエハ加熱面 11 a に近くなり、より正確なシリコンウエハの温度の測定が可能となる。そして、この正確な温度の測定結果を記憶部 21 に記憶し、記憶部 21 で記憶された温度データに基づき、均一加熱のために発熱体 12 に投入する電圧を演算部 22 で計算し、この計算結果に基づき、制御部 23 より制御電圧を発熱体 12 に印加するので、ウエハ加熱面の温度を均一化し、シリコンウエハ等の被加熱物の全体を均一に加熱することが可能となる。

有底孔 14 の底とウエハ加熱面 11 a との距離が 0.1 mm 未満では、放熱してしまい、ウエハ加熱面 11 a に温度分布が形成され、厚さの 1/2 を超えると、発熱体の温度の影響を受けやすくなり、温度制御できなくなり、やはりウエハ加熱面 11 a に温度分布が形成されてしまうからである。

有底孔 14 の直径は、0.3 ~ 5 mm であることが望ましい。これは、大きすぎると放熱性が大きくなり、また小さすぎると加工性が低下してウエハ加熱面 11 a との距離を均等にすることができなくなるからである。

有底孔 14 a ~ 14 i は、図 2 に示したように、ヒータ板 11 の中心に対して対称で、かつ、十字を形成するように配列することが望ましい。これは、ウエハ加熱面全体の温度を測定することができるからである。

上記測温手段としては、例えば、熱電対、白金測温抵抗体、サーミスタ等の測温素子が挙げられるほか、サーモピュア等の光学的な手段を用いた測温手段も挙げられる。

上記サーモピュアを用いた場合には、セラミック基板表面の温度を測定するこ

とができるほか、半導体ウエハ等の被加熱物表面の温度を直接測定することができるため、被加熱物の温度制御の精度が向上する。

上記サーモビュアを用いた温度制御については、第二の本発明のセラミックヒータの説明において、詳しく説明することにする。

- 5 また、上記熱電対としては、例えば、J I S - C - 1 6 0 2 (1 9 8 0) に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対等が挙げられるが、これらのなかでは、K型熱電対が好ましい。

10 上記熱電対の接合部の大きさは、素線の径と同じが、または、それよりも大きく、0.5mm以下であることが望ましい。これは、接合部が大きい場合は、熱容量が大きくなって応答性が低下してしまうからである。なお、素線の径より小さくすることは困難である。

上記測温素子を用いる場合には、金ろう、銀ろうなどを使用して、有底孔14の底に接着してもよく、また、有底孔14に挿入した後、耐熱性樹脂で封止してもよく、両者を併用してもよい。

- 15 上記耐熱性樹脂としては、例えば、熱硬化性樹脂、特にはエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミドートリアジン樹脂などが挙げられる。これらの樹脂は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

20 上記金ろうとしては、37～80.5重量%Au-63～19.5重量%Cu合金、81.5～82.5重量%Au-18.5～17.5重量%Ni合金から選ばれる少なくとも1種が望ましい。これらは、熔融温度が、900℃以上であり、高温領域でも熔融しにくいからである。

銀ろうとしては、例えば、Ag-Cu系のものを使用することができる。

- 25 発熱体12は、図2に示したように、少なくとも2以上の回路に分割されることが望ましく、2～10の回路に分割されていることがより望ましい。回路を分割することにより、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、ウエハ加熱面11aの温度を調整することができるからである。

発熱体12のパターンとしては、図2に示した同心円のほか、例えば、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられる。

本発明においては、発熱体をヒータ板の表面(底面)に形成してもよく、発熱

体をヒータ板の内部に埋設してもよい。

発熱体をヒータ板 11 の表面に形成する場合には、金属粒子を含む導電ペーストをヒータ板 11 の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、ヒータ板 11 の表面で金属粒子を焼結させる方法が好ましい。

- 5 なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

ヒータ板 11 の表面に発熱体を形成する場合には、この発熱体の厚さは、1 ~ 30 μm が好ましく、1 ~ 10 μm がより好ましい。また、ヒータ板 11 の内部に発熱体を形成する場合には、その厚さは、1 ~ 50 μm が好ましい。

- 10 また、ヒータ板 11 の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、0.1 ~ 20 mm が好ましく、0.1 ~ 5 mm がより好ましい。また、ヒータ板 11 の内部に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、5 ~ 20 μm が好ましい。

発熱体は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなる。

- 15 発熱体は、ヒータ板 11 の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくなるが、発熱体を内部に設けると、ウエハ加熱面と発熱体との距離が短くなり、表面の温度の均一性が低下するため、発熱体自体の幅を広げる必要があること、内部に発熱体を設けるために、窒化物セラミック等との密着性を考慮する必要性がないため、タングステン、モリブデンなどの高融点金属やタングステン、モリブデンなどの炭化物を使用することができ、抵抗値を高くすることが可能となるため、
20 断線等を防止する目的で厚み自体を厚くしてもよい。そのため、発熱体は、上記した厚みや幅とすることが望ましい。

- 25 発熱体の形成位置をこのように設定することにより、発熱体から発生した熱が伝搬していくうちに、ヒータ板全体に拡散し、被加熱物（シリコンウエハ）を加熱する面の温度分布が均一化され、その結果、被加熱物の各部分における温度が均一化される。

発熱体は、断面が矩形であっても楕円であってもよいが、偏平であることが望ましい。偏平の方がウエハ加熱面に向かって放熱しやすいため、ウエハ加熱面の温度分布ができにくいからである。

断面のアスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は、10～5000であることが望ましい。

この範囲に調整することにより、発熱体の抵抗値を大きくすることができるとともに、ウエハ加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

- 5 発熱体の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、ヒータ板11のウエハ加熱面方向への熱の伝搬量が小さくなり、発熱体のパターンに近似した熱分布がウエハ加熱面に発生してしまい、逆にアスペクト比が大きすぎると発熱体の中央の直上部分が高温となってしまい、結局、発熱体のパターンに近似した熱分布がウエハ加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮する
10 と、断面のアスペクト比は、10～5000であることが好ましいのである。

発熱体をヒータ板11の表面に形成する場合は、アスペクト比を10～200、発熱体をヒータ板11の内部に形成する場合は、アスペクト比を200～5000とすることが望ましい。

- 15 発熱体は、ヒータ板11の内部に形成した場合の方が、アスペクト比が大きくなるが、これは、発熱体を内部に設けると、ウエハ加熱面と発熱体との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、発熱体自体を偏平にする必要があるからである。

- 20 本発明の発熱体をヒータ板11の内部に偏芯して形成する場合の位置は、ヒータ板11のウエハ加熱面11aに対向する底面11bに近い位置で、ウエハ加熱面11aから底面11bまでの距離に対して50%を超え、99%までの位置とすることが望ましい。

50%以下であると、ウエハ加熱面に近すぎるため、温度分布が発生してしまい、逆に、99%を超えると、ヒータ板11自体に反りが発生して、シリコンウエハが破損するからである。

- 25 また、発熱体をヒータ板11の内部に形成する場合には、発熱体形成層を複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは、相互に補完するようにどこかの層に発熱体が形成され、ウエハ加熱面の上方から見ると、どの領域にもパターンが形成されている状態が望ましい。このような構造としては、例えば、互いに千鳥の配置になっている構造が挙げられる。

導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

- 上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、
5 タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

- 10 これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、 $100 \mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってよい。

- 15 上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、発熱体と窒化物セラミック等との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

- 導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール
20 などが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

導体ペーストには、上記したように、金属粒子に金属酸化物を添加し、発熱体を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、ヒータ板である窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子とを密着させることができる。

- 25 金属酸化物を混合することにより、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミック、炭化物セラミックの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。

これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。

上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1～10、シリカが1～30、酸化ホウ素が5～50、酸化亜鉛が20～70、アルミナが1～10、イットリアが1～50、チタニアが1～50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。

これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックとの密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して発熱体を形成した際の面積抵抗率は、1～45 m Ω /□が好ましい。

面積抵抗率が45 m Ω /□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、ヒータ板の表面に発熱体を設けたヒータ板11では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50 m Ω /□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

発熱体がヒータ板11の表面に形成される場合には、発熱体の表面部分に、金属被覆層(図3参照)38が形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1～10 μ mが好ましい。

金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。こ

これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

発熱体には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して発熱体に取り付けるが、ニッケルは、半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、例えば、コバール製の端子ピン13が挙げられる。

5 なお、発熱体をヒータ板11の内部に形成する場合には、発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。発熱体をヒータ板11内部に形成する場合、発熱体の一部が表面に露出していてもよく、発熱体を接続するためのスルーホールが端子部分に設けられ、このスルーホールに端子が接続、固定されていてもよい。

10 接続端子を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1～50μmが好ましい。半田による接続を確保するのに十分な範囲だからである。

次に、第一の本発明のセラミックヒータの製造方法について説明する。

15 ここでは、ヒータ板の内部に発熱体が形成されたセラミックヒータ10（図1～2参照）の製造方法について説明する。

(1) ヒータ板の作製工程

まず、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

20 上述したセラミック粉末としては、窒化アルミニウム、炭化ケイ素などを使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤を加えてもよい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに溶媒としては、α-テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

25 これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシートを作製する。グリーンシートの厚さは、0.1～5mmが好ましい。

次に、得られたグリーンシートに、必要に応じて、シリコンウエハを支持するためのリフターピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対などの測温素子を埋め

込むための有底孔となる部分、発熱体を外部の端ピンと接続するためのスルーホールとなる部分等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後に、上記加工を行ってもよい。

(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

- 5 グリーンシート上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導電性ペーストを印刷する。これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

10 タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ が好ましい。平均粒子が $0.1 \mu\text{m}$ 未満であるか、 $5 \mu\text{m}$ を超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

15 このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒1.5～10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

(3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシートを、導体ペーストを印刷したグリーンシートの上下に積層する。

20 このとき、上側に積層するグリーンシートの数を下側に積層するグリーンシートの数よりも多くして、発熱体の形成位置を底面の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシートの積層数は20～50枚が、下側のグリーンシートの積層数は5～20枚が好ましい。

(4) グリーンシート積層体の焼成工程

25 グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシートおよび内部の導体ペーストを焼結させる。

加熱温度は、 $1000 \sim 2000^\circ\text{C}$ が好ましく、加圧の圧力は、 $10 \sim 20 \text{ MPa}$ が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

なお、焼成を行った後に、上記測温素子を挿入するための有底孔14を設けて

もよい。有底孔 14 は、表面研磨後に、サンドブラストなどをブラスト処理を行うことにより形成することができる。また、内部の発熱体と接続するためのスルーホールに端子ピン 13 を接続し、加熱してリフローする。加熱温度は、200～500℃が好適である。

- 5 さらに、測温素子としての熱電対などを銀ろう、金ろうなどで取り付け、ポリイミドなどの耐熱性樹脂で封止し、熱電対 17 からの配線を記憶部 21 に接続し、ソケット 20 からの配線を制御部 23 に接続することにより、セラミックヒータの製造を終了する。

図 3 は、本発明のセラミックヒータの他の一例の概略を示したブロック図である。

図 3 に示したセラミックヒータ 30 では、ヒータ板 31 の底面 31b に発熱体 32 (32x、32y) が形成され、発熱体 32 の周囲に金属被覆層 38 が形成されている。

- また、発熱体 32 に金属被覆層 38 を介して端子ピン 33 が接続、固定され、
15 端子ピン 33 に、ソケット 40 が取り付けられている。そして、このソケット 40 は、電源を有する制御部 43 に接続されており、そのほかは、図 2 に示したセラミックヒータと同様に構成されている。

- 即ち、ヒータ板 31 の形状は図 1 に示したヒータ板 11 と同様の円板形状をなしており、ヒータ板 11 に形成された発熱体 32 の平面視したパターン、形成位置、および、有底孔 34 の形状、形成位置は、図 2 に示したセラミックヒータ 10 と同様である。

次に、図 3 に示したセラミックヒータ 30 の動作について説明する。

- 図 3 に示したセラミックヒータ 30 の動作は、図 1～2 に示したセラミックヒータ 10 の場合と同様であり、熱電対 32x、32y の温度を一定時間毎に測定して記憶部 41 で記憶し、このデータから演算部 42 で制御する電圧値等の計算を行い、これに基づき、制御部 43 から発熱体 32x、32y に対して所定の電圧を印加して、セラミックヒータ 30 のウエハ加熱面 31a 全体の温度を均一化することができるようになっている。

次に、図 3 に示したセラミックヒータ 30 の製造方法について説明する。

(1) ヒータ板の作製工程

上述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉末に必要な応じてイットリア等の焼結助剤やバインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体（グリーン）を作製する。

次に、生成形体に、必要な応じて、シリコンウエハを支持するためのリフターピンを挿入する貫通孔 3 5 となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔 3 4 となる部分を形成する。

次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、ヒータ板 3 1 を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないヒータ板 3 1 を製造することが可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックでは、1000～2500℃である。

なお、貫通孔 3 5 や有底孔 3 4 は、ヒータ板 3 1 を作製した後に形成してもよい。この場合、SiC 粒子などを用いたサンドブラスト法により、形成することが望ましい。

(2) ヒータ板に導体ペーストを印刷する工程

導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などの方法を用い、発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。発熱体は、ヒータ板全体を均一な温度にする必要があることから、図 2 に示すような同心円状からなるパターンに印刷することが望ましい。

導体ペースト層は、焼成後の発熱体 3 2 の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが望ましい。

(3) 導体ペーストの焼成

ヒータ板 3 1 の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、ヒータ板 3 1 の底面に焼き付け、発熱

体 3 2 を形成する。加熱焼成の温度は、5 0 0 ～ 1 0 0 0 ℃が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、ヒータ板および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体 3 2 とヒータ板 3 1 との密着性が向上する。

5 (4) 金属被覆層の形成

発熱体 3 2 の表面には、金属被覆層を設けることが望ましい。金属被覆層は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

(5) 端子等の取り付け

- 10 発熱体 3 2 のパターンの端部に電源との接続のための端子（端子ピン 3 3）を半田で取り付ける。また、有底孔 3 4 に銀ろう、金ろうなどで熱電対を固定し、ポリイミド等の耐熱樹脂で封止し、セラミックヒータ 3 0 の製造を終了する。

なお、本発明のセラミックヒータでは、静電電極を設けて静電チャックとしてもよく、チャップトップ導体層を設けてウエハプローバとしてもよい。

- 15 次に、第二の本発明のセラミックヒータについて説明する。

第二の本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、上記発熱体に電力を供給する電源と、この電源を制御する制御部と、上記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、上記温度データ
20 から上記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、

上記発熱体は、少なくとも 2 以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とする。

- 25 上述した第一の本発明のセラミックヒータの場合と同様、第二の本発明のセラミックヒータによれば、ウエハ加熱面の温度または被加熱物の温度の測定結果に基づいて 2 以上に分割された発熱体の回路に投入する電力を変えることにより、温度制御を行うことができるので、ウエハ加熱面の温度を均一にすることができ、被加熱物全体の温度を均一化することができ、シリコンウエハの破損を防止することができる。

図 6 は、第二の本発明のセラミックヒータの一例の概略を示したブロック図で

ある。

図 6 に示したセラミックヒータ 5 0 では、ヒータ板 5 1 にシリコンウエハ 1 9 をヒータ板 5 1 のウエハ加熱面 5 1 a から一定距離離間させて支持するための支持ピン 5 6 0 が形成されているほか、ヒータ板 5 1 の周辺部分は、図 3 に示した
5 セラミックヒータ 3 0 と同様に構成されている。

また、このセラミックヒータ 5 0 では、シリコンウエハ 1 9 の上方に、シリコンウエハ 1 9 または被加熱物の表面の温度を測定するためのサーモピュア 6 0 0 が設けられ、このサーモピュア 6 0 0 は、記憶部 6 1 0 にも接続され、記憶部 6 1 0 は、演算部 6 2 0 に接続されるとともに、記憶部 6 1 に接続されている。さ
10 らに、制御部 6 3 と電源部 6 3 0 とは一体化しておらず分かれて設けられている。記憶部 6 1 は、図 3 に示したセラミックヒータ 3 0 と同様に、演算部 6 2 と制御部 6 3 とに接続されている。

記憶部 6 1 0 は、サーモピュア 6 0 0 から得られた画像データ等を記憶するとともに、この画像データを基に演算部 6 2 0 で画像処理を行うことにより得られ
15 た温度データを一旦記憶する役割も果している。

また、記憶部 6 1 は、測温データを受け取るとともに、その他の制御を行うためのデータを記憶し、演算部 6 2 では、測温データ等に基づいて制御のための演算を行う。

すなわち、図 6 に示したセラミックヒータでは、記憶部が、サーモピュア 6 0
20 0 から得られた画像データを専門に記憶する記憶部 6 1 0 と測温データ等の制御のためのデータを記憶する記憶部 6 1 に分けられており、演算部も、サーモピュア 6 0 0 から得られた画像データの演算を専門に行う演算部 6 2 0 とヒータの制御を行うための演算部 6 2 とに分けられている。しかし、記憶部 6 1 0 と記憶部 6 1 とは一つの記憶部に統合されていてもよく、演算部 6 2 0 と演算部 6 2 とが
25 一つの演算部に統合されていてもよい。さらに、制御部 6 3 と電源部 6 3 0 とが一体化されていてもよい。

次に、図 6 に示したセラミックヒータ 5 0 の動作について説明する。

このセラミックヒータ 5 0 は、測温手段としてサーモピュア 6 0 0 が設けられており、サーモピュア 6 0 0 は、シリコンウエハ 1 9 またはヒータ板 5 1 の表面

ており、サーモビューア 6 0 0 は、シリコンウエハ 1 9 またはヒータ板 5 1 の表面を撮影し、光学的なデータを画像とともに記憶部 6 1 0 に送信する。記憶部 6 1 0 に格納されたデータは、演算部 6 2 0 に送られ、演算部 6 2 0 において画像処理される。画像処理は、図 7 の (a) に示したような光学的に色分けされた画像データを図 7 (b) に示したように、複数の画素に区画し、各画素の色を複数段階に分けて多値化する。

このセラミックヒータ 5 0 でも、発熱体の回路を 2 以上に分割して制御するため、複数の温度制御領域が存在する。それぞれの温度制御領域の温度は、図 7 (a) に示した特定のポイント A における多値化した値を代表値とするか、または、温度制御領域の各区画における多値化した値を平均してその領域の温度とする等の処理を行い、各温度制御領域の温度 T とする。そして、この各温度制御領域の温度は、記憶部 6 1 0 に再度格納される。

記憶部 6 1 0 に格納された温度領域の温度データ T は、制御のための記憶部 6 1 に送信され、例えば、温度制御領域の温度 T と所望温度 t との差または各温度制御領域の温度差 ΔT を演算し、 ΔT を 0 にするような電力データ ΔW を演算し、これを制御部 6 3 に送信して、これに基づいた電力を発熱体に投入して昇温させ、ウエハ加熱面または被加熱物の温度を均一になるように制御するのである。

なお、第二の本発明において、測温手段として、熱電対等の測温素子を用いてもよいことは勿論である。

図 6 に示したセラミックヒータ 5 0 は、図 3 に示したセラミックヒータの場合と同様にしてヒータ板 3 1 を製造した後、ヒータ板 3 1 に加工を施して支持ピン 5 6 0 をヒータ板 5 1 に設置し、図 6 に示したようにサーモビューア等を設置した後、記憶部 6 1、6 1 0、演算部 6 2、6 2 0 等との配線を行うことにより組み立てる。

図 6 に示したセラミックヒータ 5 0 においては、測温手段としてサーモビューアを用いているため、ヒータ板のウエハ加熱面や被加熱物の温度制御を、面温度制御で行うことができ、測温素子を用いた点温度制御よりも温度制御の精度を向上させることができる。また、予定外の温度変化が生じた場合でも、直ちに対応してもとの温度に回復させることができ、実用的な温度制御を実現することができ

以上、本発明のセラミックヒータについて説明したが、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体を設けるとともに、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより、静電チャックとしてもよい。

また、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体を設けるとともに、セラミック基板の表面にチャックトップ導体層を設け、一方、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることにより、ウエハプローバとしてもよい。

発明を実施するための最良の形態

(実施例 1) 窒化アルミニウム製のセラミックヒータ (図 3 参照) の製造

10 (1) 窒化アルミニウム粉末 (平均粒径: $1.1 \mu\text{m}$) 100 重量部、イットリア (平均粒径: $0.4 \mu\text{m}$) 4 重量部、アクリル系バインダ 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体 (グリーン) を得た。

15 (3) 加工処理の終わった生成形体を 1800°C 、圧力: 20 MPa でホットプレスし、厚さが 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径 210 mm の円板体を切り出し、セラミック製の板状体 (ヒータ板) 31 とした。

20 この成形体にドリル加工を施し、シリコンウエハのリフターピンを挿入する貫通孔 35 となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔 34 となる部分 (直径: 1.1 mm 、深さ: 2 mm) を形成した。

(4) 上記 (3) で得たヒータ板 31 に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図 2 に示したような同心円状のパターンとした。

25 導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベスト PS603D を使用した。

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀 100 重量部に対して、酸化鉛 (5 重量%)、酸化亜鉛 (5.5 重量%)、シリカ (10 重量%)、酸化ホウ素 (2.5 重量%) およびアルミナ (5 重量%) からなる金属酸化物を 7.5 重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が $4.5 \mu\text{m}$ で、リン片状のもの

であった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板 3 1 を 7 8 0℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒータ板 3 1 に焼き付け、発熱体 3 2 を形成した。銀-鉛の発熱体 3 2 は、厚さが 5 μ m、幅 2. 4 mm、面積抵抗率が 7. 7 m Ω /□であった。

(6) 硫酸ニッケル 8 0 g / l、次亜リン酸ナトリウム 2 4 g / l、酢酸ナトリウム 1 2 g / l、ほう酸 8 g / l、塩化アンモニウム 6 g / l の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5) で作製したヒータ板 3 1 を浸漬し、銀-鉛の発熱体 3 2 の表面に厚さ 1 μ m の金属被覆層（ニッケル層）3 8 を析出させた。

(7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコパール製の端子ピン 3 3 を載置して、4 2 0℃で加熱タフローし、端子ピン 3 3 を発熱体 3 2 の表面に取り付けた。

(8) 温度制御のための熱電対を有底孔 3 4 にはめ込み、セラミック接着剤（東亜合成製 アロンセラミック）を埋め込んで固定しセラミックヒータ 3 0 を得た。

（実施例 2）炭化ケイ素製のセラミックヒータの製造

平均粒径 1. 0 μ m の炭化ケイ素を使用し、焼結温度を 1 9 0 0℃とし、さらに得られたヒータ板の表面を 1 5 0 0℃で 2 時間焼成して表面に厚さ 1 μ m の SiO₂ 層を形成したほかは、実施例 1 と同様にし、炭化ケイ素製のセラミックヒータを製造した。

（実施例 3）発熱体を内部に有するセラミックヒータ（図 1～2）の製造

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径：1. 1 μ m）、イットリア（平均粒径：0. 4 μ m）4 重量部、アクリルバイнда 1 1. 5 重量部、分散剤 0. 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 5 3 重量部を混合したペーストを用い、ドクタープレート法により成形を行って、厚さ 0. 4 7 mm のグリーンシートを得た。

(2) 次に、このグリーンシートを 8 0℃で 5 時間乾燥させた後、パンチング

により直径 1.8 mm、3.0 mm、5.0 mm のシリコンウエハリフターピンを挿入する貫通孔 15 となる部分、端子ピンと接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

- (3) 平均粒子径 1 μ m のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 3.0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

平均粒子径 3 μ m のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 1.9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

- 10 この導電性ペースト A をグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図 2 に示したような同心円パターンとした。また、端子ピンを接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

- 上記処理の終わったグリーンシートに、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシートを上側（ウエハ加熱面）に 37 枚、下側に 13 枚、130℃、8 MPa の圧力で積層した。

- (4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力 15 MPa で3時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 230 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ 6 μ m、幅 120 mm の発熱体を有するセラミックヒータとした。

(5) 次に、(4) で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC 等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔 14（直径：1.2 mm、深さ：2.0 mm）を設けた。

- (6) さらに、スルーホール用の貫通孔の一部をえぐり取って凹部とし、この凹部に Ni-Au からなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の端子ピン 13 を接続させた。

なお、端子ピン 13 の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

(8) 次に、温度制御のための複数の熱電対 17 を有底孔 14 に埋め込み、セ

ラミックヒータ 10 の製造を完了した。

（実施例 4）セラミックヒータの温度制御

（1）電源を有する制御部、記憶部、および演算部を備えた温調器（オムロン社製 E 5 Z E）を用意し、実施例 1 で製造したセラミックヒータ 30（図 3 参照）に、端子ピン 13 を介して制御部 43 からの配線を接続するとともに、熱電対 17 からの配線を記憶部 41 に接続し、シリコンウエハをこのセラミックヒータ 30 上に載置した。

なお、図 3 には示していないが、セラミックヒータ 30 の有底孔 34 a ~ 34 c は、図 2 に示したセラミックヒータ 10 における有底孔 14 a ~ 14 c と同じ位置に形成されている。また、発熱体 32 a ~ 32 c も、図 2 に示したセラミックヒータ 10 における発熱体 12 a ~ 12 c と同じ位置に形成されている。

（2）次に、このセラミックヒータ 30 に電圧を印加して、一旦 200℃まで昇温しておき、さらに 200℃~400℃まで昇温させ、有底孔 34 a ~ 34 c に設置された熱電対により温度を測定した。測定結果を図 4 に示した。

また、発熱体 32 a、32 b、32 c に投入した電力（電流値で標記する）のプロファイルを図 5 に示した。なお、図 4 においては、縦軸に温度をとり、横軸に経過時間をとっており、図 5 においては、縦軸に電流値をとり、横軸に時間をとっている。

図 4 より明らかなように、セラミックヒータ 30 に電流を流した後、短時間でセラミックヒータの温度は、均一になっており、その結果、このセラミックヒータ 30 上に載置したシリコンウエハは、加熱の過程において、破損せず、均一に加熱された。

また、140℃に加熱した後、25℃のシリコンウエハを載置した際の、セラミックヒータ 30 の中央部付近、中間部付近および外周部付近の温度の回復状況を調べ、図 8 に示した。

また、図 8 に示した結果より明らかなように、セラミックヒータ 30 は、一定の温度の状態から、低温のシリコンウエハを急に載置して外乱を発生させても、極めて短時間でセラミックヒータ 30 の温度を元の温度に制御することができる。また、実施例 2、3 で得られたセラミックヒータを用いて同様の温度制御を行っ

たが、上記の場合と同様に、シリコンウエハを均一に加熱することができた。

(実施例 5) サーモビュアによる温度制御

(1) 電源部 6 3 0、制御部 6 3、記憶部 6 1 および演算部 6 2 を備えた温調器 (オムロン社製 E 5 Z E) を用意し、熱電対を挿入する有底孔を形成しない
5 以外は、実施例 1 の場合と同様の構成のヒータ板 5 1 (セラミックヒータ 5 0、
図 6 参照) を製造し、端子ピン 3 3 を介して制御部 6 3 からの配線を接続すると
ともに、サーモビュア 6 0 0 (日本データム社製 I R - 1 6 2 0 1 2 - 0 0 1
2) からの配線を記憶部 6 1 0 と演算部 6 2 0 を兼ねるパーソナルコンピュータ
(富士通 F M - V) に接続した。

10 このパーソナルコンピュータには、画像処理ソフト (コグネックス社製) がインストールされている。この画像処理ソフトは、サーモビュア 6 0 0 の画面を 1
万画素に区画し、この区画した画素の色を 0 ~ 9 段階に多値化する。区画内に複
数の色が存在する場合は、平均値を採用する。このように多値化した値から温度
制御領域の平均値を求め、この平均値に対応する色から温度を決定し、このよう
15 にして決定された各温度制御領域の温度を温調器へ転送するようになっている。

(2) 次に、このセラミックヒータ 5 0 に電圧を印加して、一旦 2 0 0 °C まで
昇温させた。発熱体 3 2 a、3 2 b、3 2 c に投入した電力 (電流値で標記す
る) のプロファイルを図 9 に示した。さらに温度測定結果を図 1 0 に示した。

図 1 0 より明らかなように、セラミックヒータ 5 0 に電流を流した後、短時間
20 でセラミックヒータの温度は、均一になっており、その結果、このセラミックヒ
ータ 5 0 上に載置したシリコンウエハは、加熱の過程において、破損せず、均一
に加熱された。

産業上利用の可能性

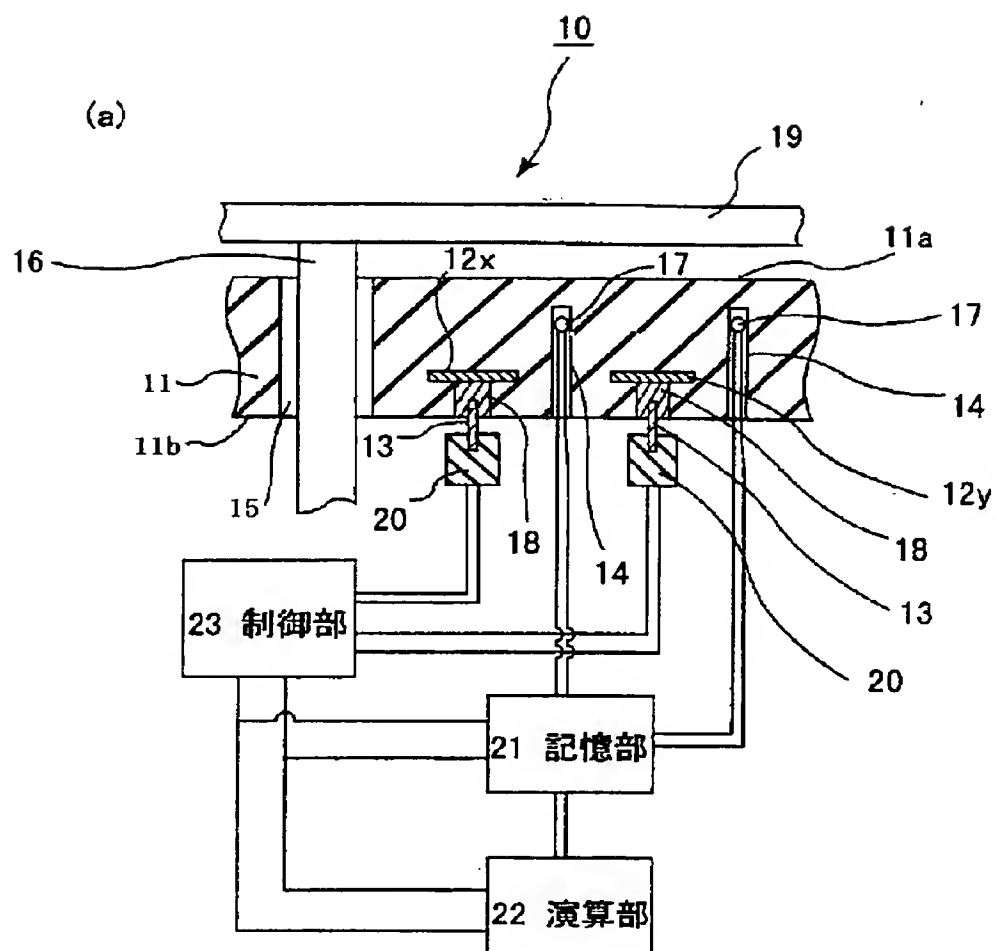
25 以上説明したように本発明のセラミックヒータによれば、ヒータ板のウエハ加
熱面の温度を均一化することにより、シリコンウエハ等の被加熱物の温度を均一
化することができ、シリコンウエハの破損を防止することができる。また予定外
の温度変化が生じた場合でも、短時間で設定温度に回復するように制御すること
ができるため極めて実用的である。

請求の範囲

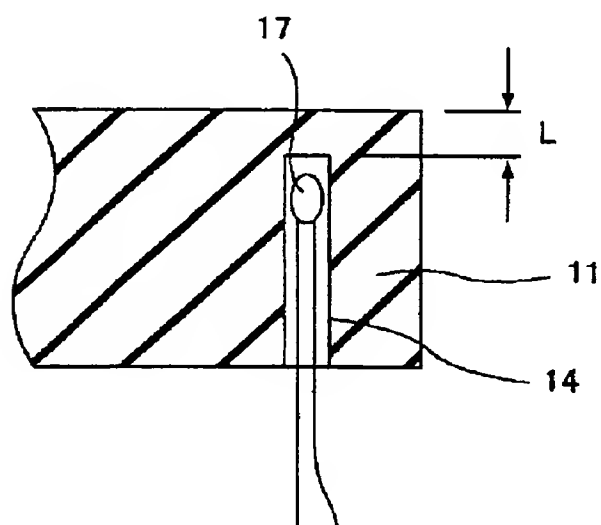
1. セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、前記発熱体に電力を供給する制御部と、前記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、前記温度データから前記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、前記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とするセラミックヒータ。
- 10 2. セラミック基板の表面または内部に発熱体が形成されるとともに、このセラミック基板または被加熱物の温度を測定する測温手段と、前記発熱体に電力を供給する電源と、この電源を制御する制御部と、前記測温手段により測定された温度データを記憶する記憶部と、前記温度データから前記発熱体に必要な電力を演算する演算部とを備えてなり、
- 15 前記発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されてなり、各回路には異なる電力が供給されるように構成されていることを特徴とするセラミックヒータ。
3. 前記測温手段は、測温素子である請求の範囲1または2に記載のセラミックヒータ。
- 20 4. 前記測温手段は、サーモピュアである請求の範囲1または2に記載のセラミックヒータ。

1/10

図 1

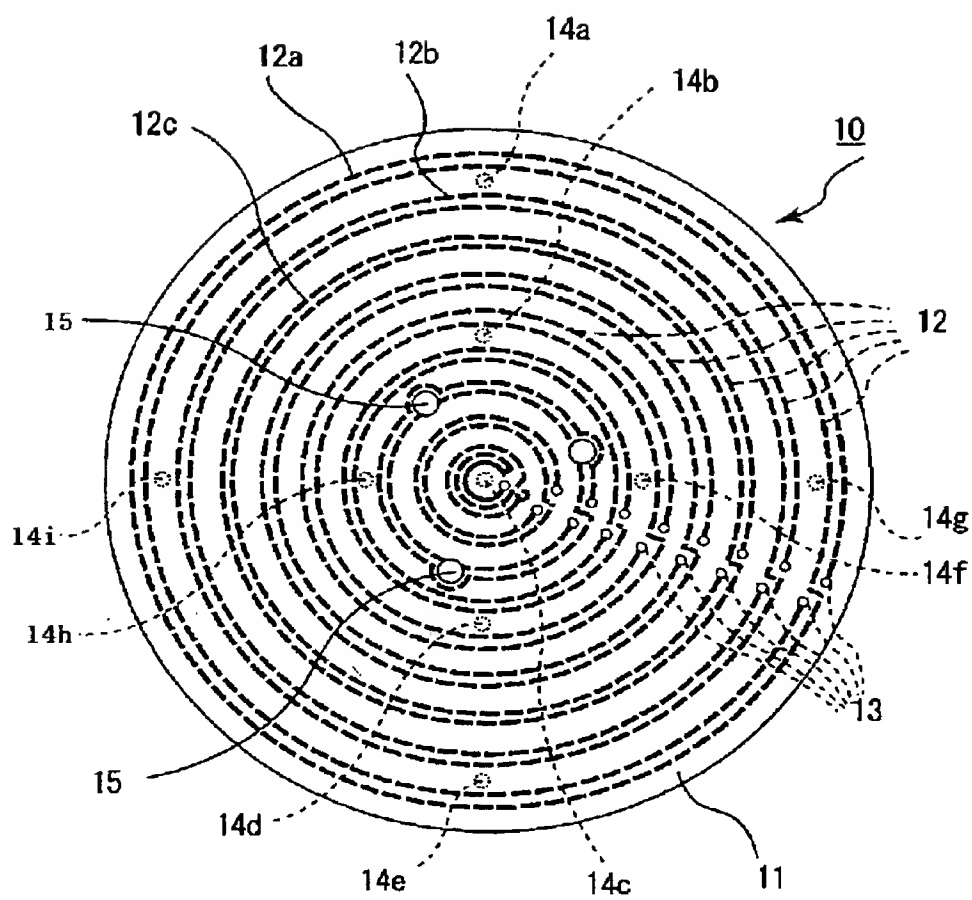


(b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 2



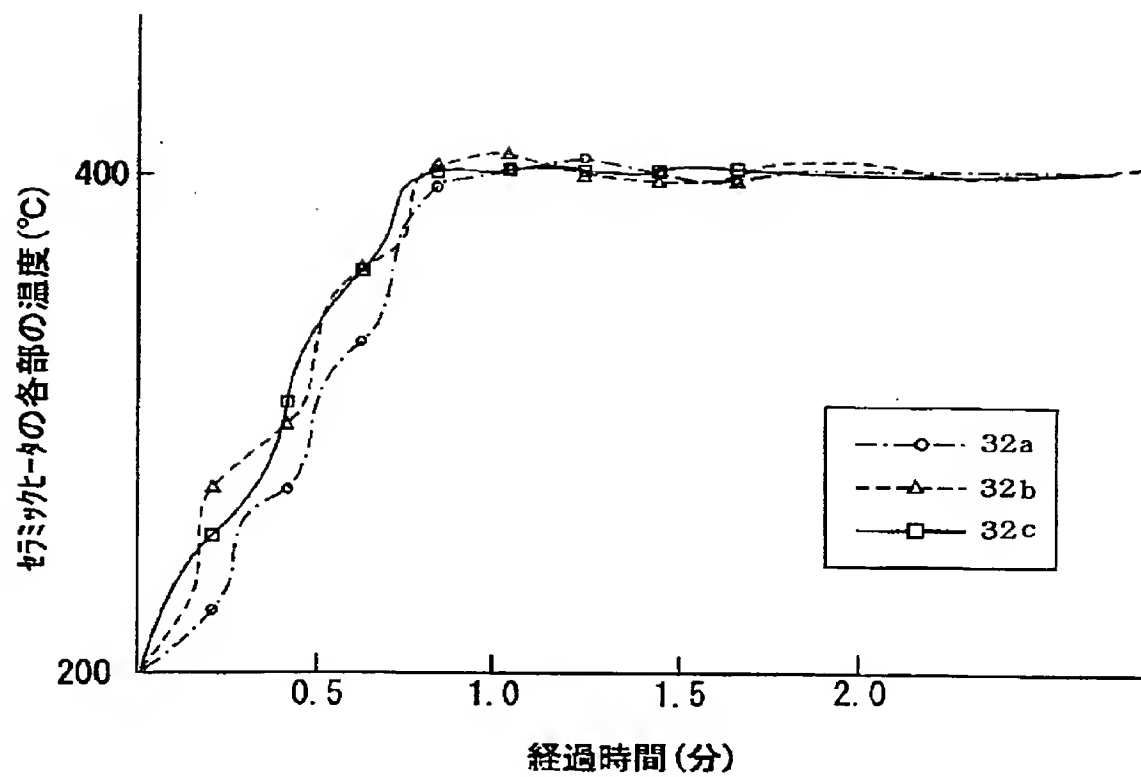
THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/10

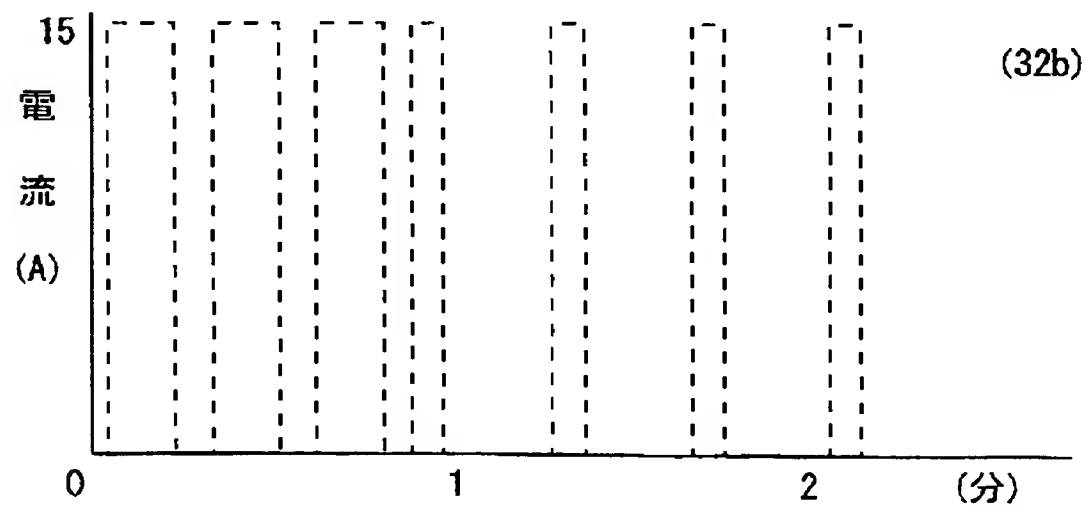
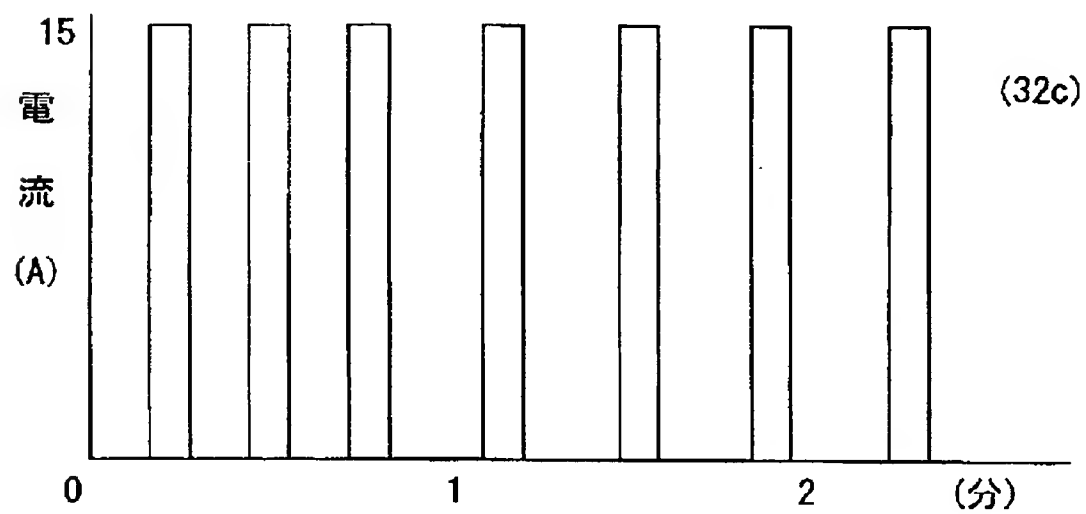
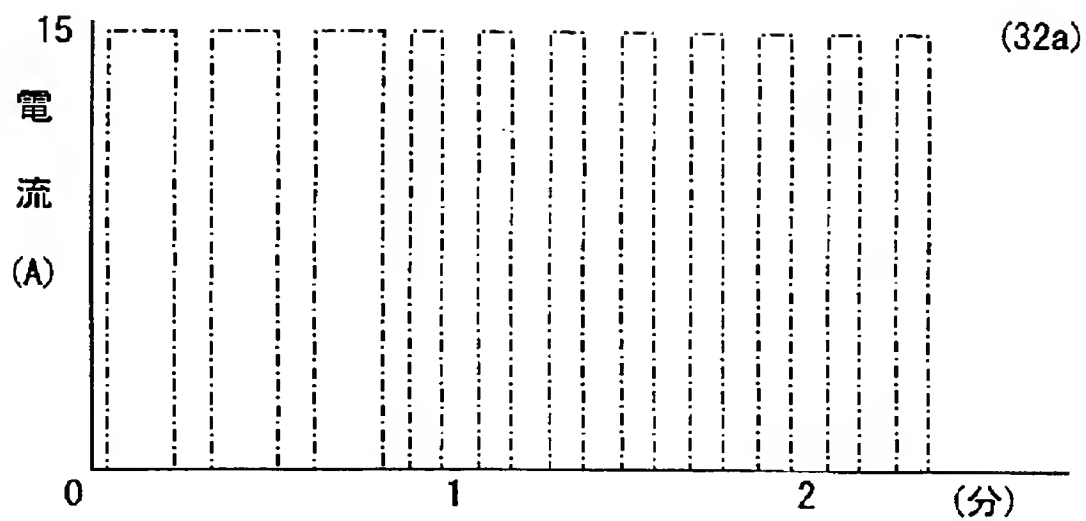
図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/10

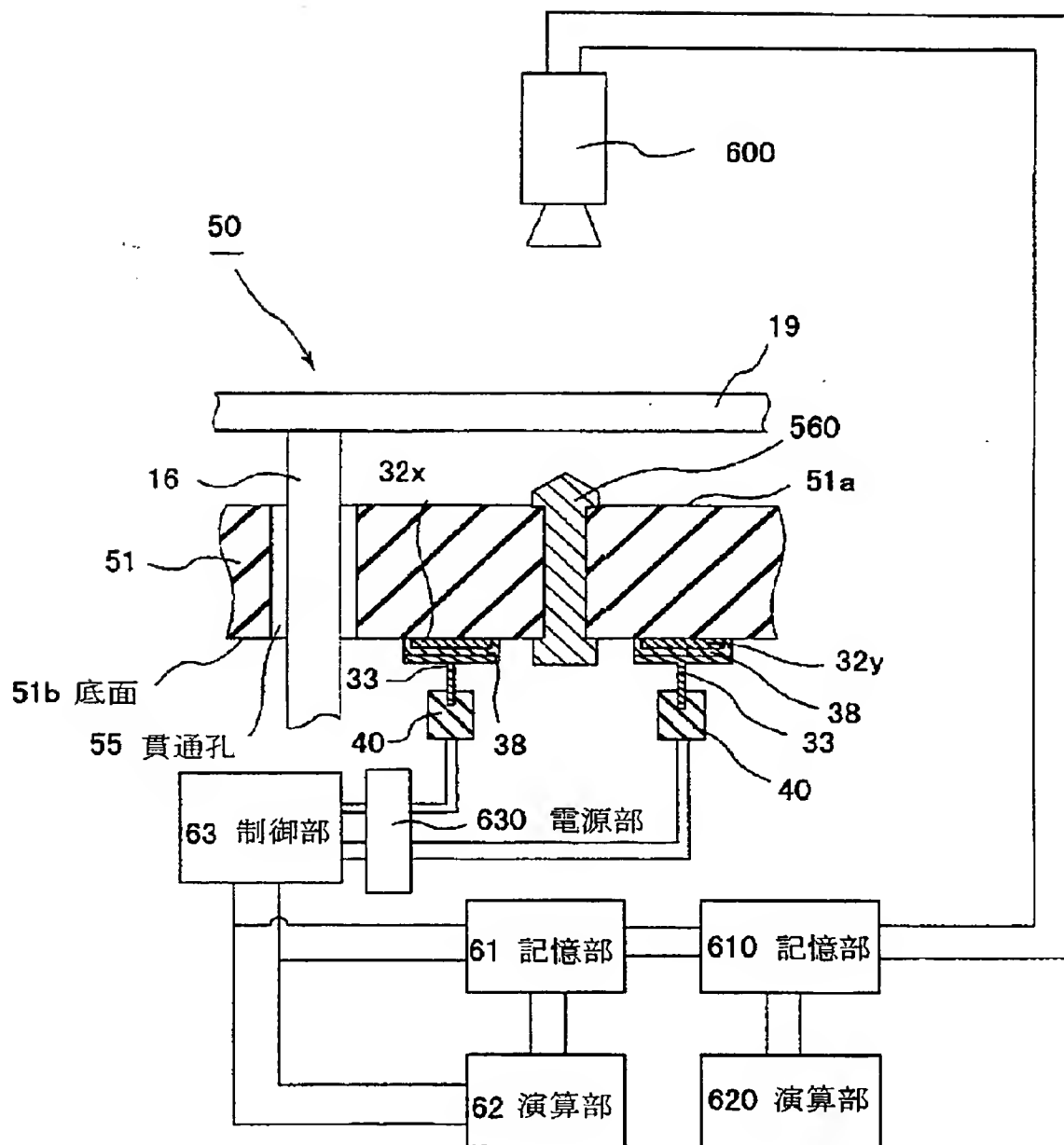
図 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/10

図 6

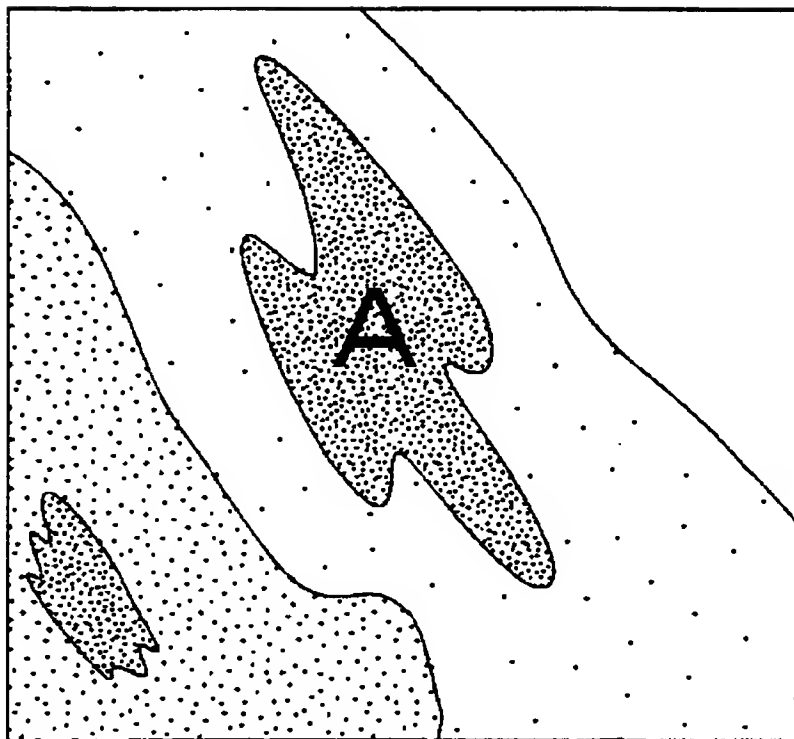


THIS PAGE BLANK (USPTO)

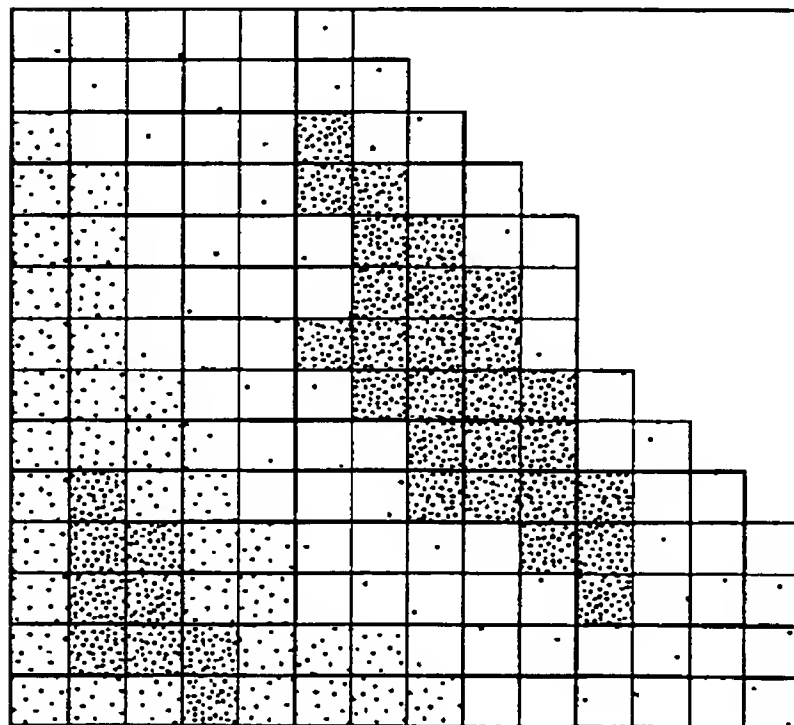
7/10

図 7

(a)



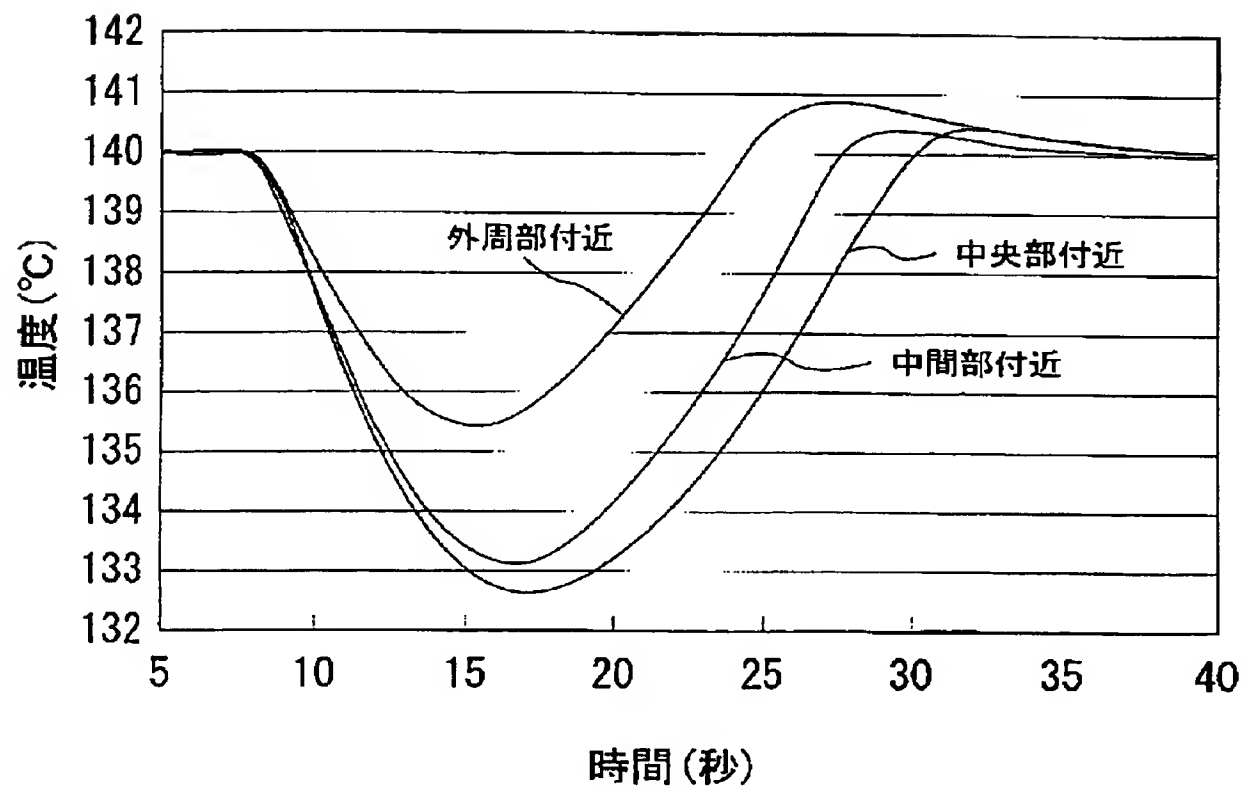
(b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

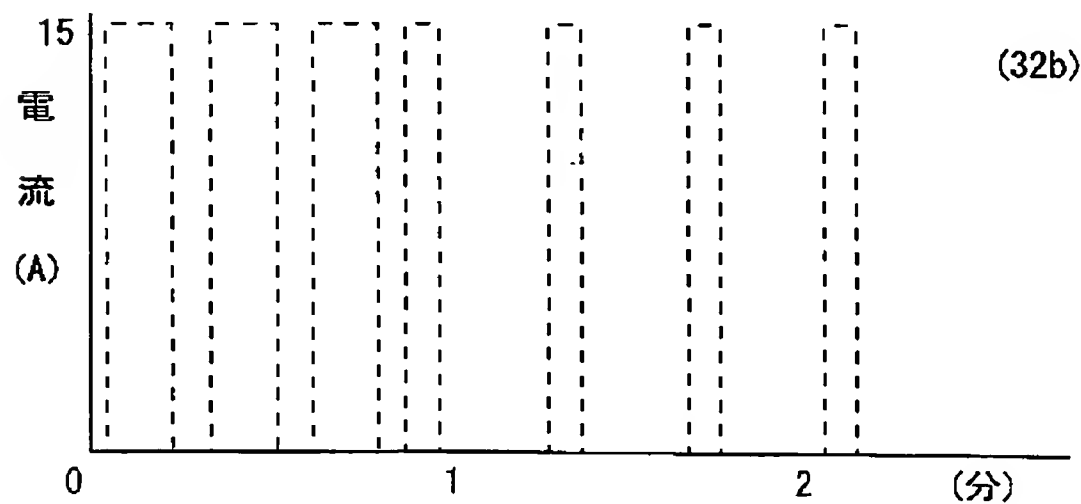
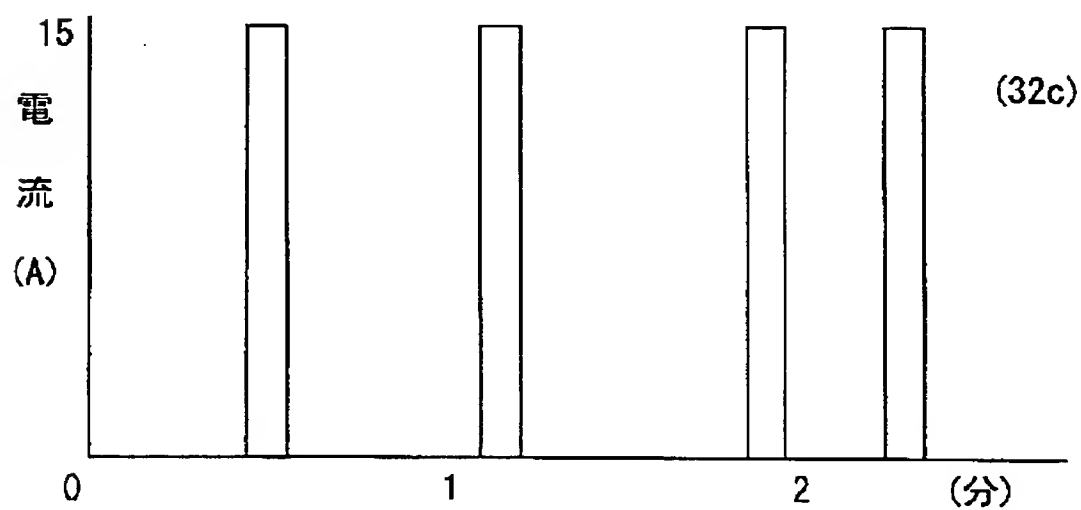
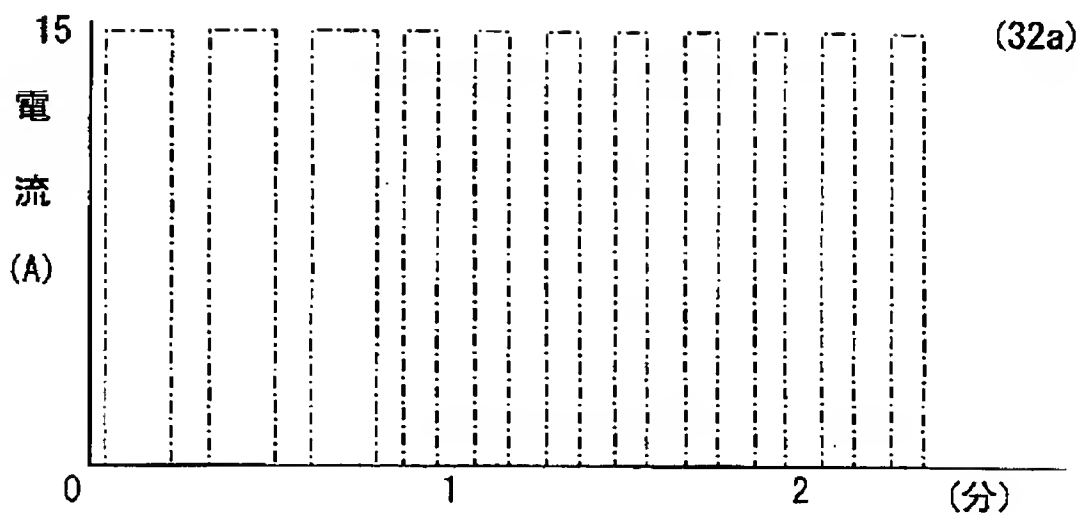
8/10

図 8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

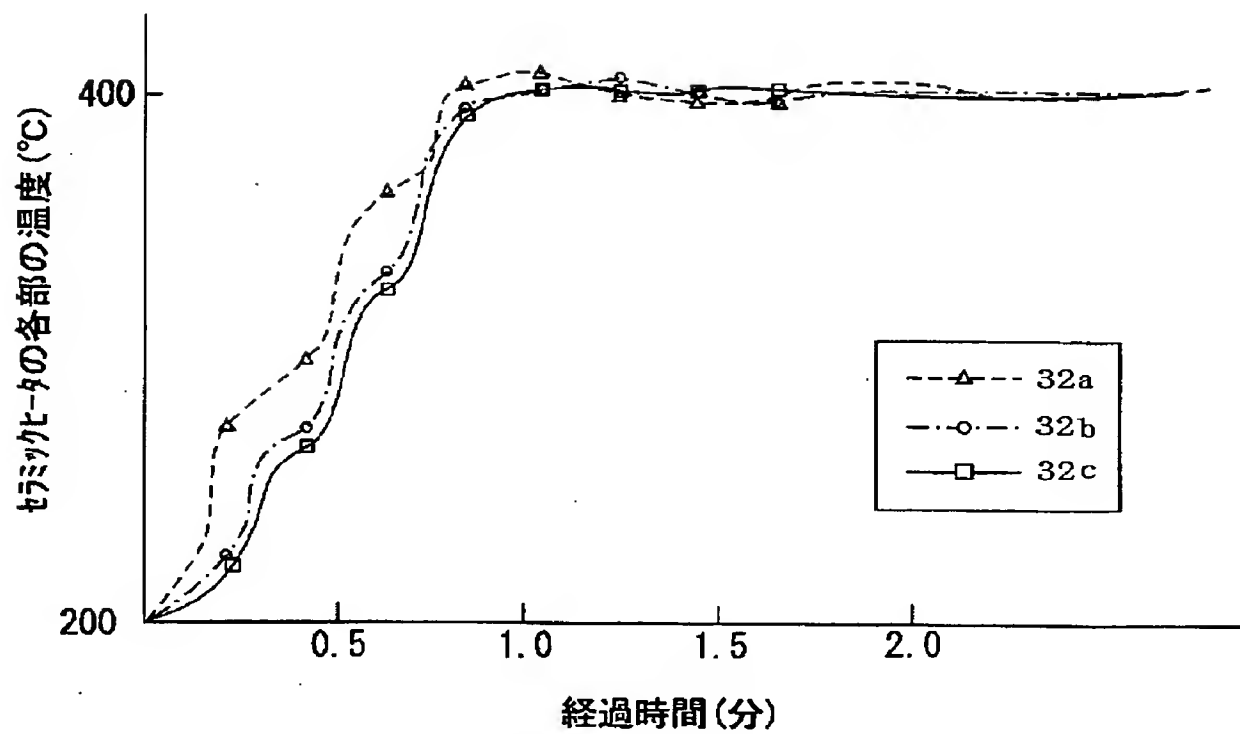
図 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/10

図 10



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H05B 3/00, H05B3/20 | | |
|---|--|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H05B 3/00~3/38 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 8-4000, Y2 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 31 January, 1996 (31.01.96), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 3-244928, A (Mitsubishi Electric Corporation), 31 October, 1991 (31.10.91), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 3-114166, A (Toshiba Corporation), 15 May, 1991 (15.05.91), (Family: none) | 1-4 |
| Y | JP, 60-249282, A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 09 December, 1985 (09.12.85), (Family: none) | 1-4 |
| A | US, 4786799, A (General Electric Company), 22 November, 1988 (22.11.88), | 1-4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 11 October, 2000 (11.10.00) | | Date of mailing of the international search report 24 October, 2000 (24.10.00) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05155

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| | (Family: none) | |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 3/00, H05B3/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B 3/00~3/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1971年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-1996年
 日本国登録実用新案公報 1994年-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996年-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y | J P, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | J P, 8-4000, Y2 (信越化学工業株式会社) 31. 1月. 1996 (31. 01. 96) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | J P, 3-244928, A (三菱電機株式会社) 31. 10月. 1991 (31. 10. 91) (パテントファミリーなし) | 1-4 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 10. 00

国際調査報告の発送日

24.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区蔵が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新海 岳

3 L 8 1 1 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP, 3-114166, A (株式会社東芝) 15. 5月. 1991 (15. 05. 91) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| Y | JP, 60-249282, A (松下電工株式会社) 9. 12. 1985 (09. 12. 85) (パテントファミリーなし) | 1-4 |
| A | US, 4786799, A (General Electric Company) 22. 11月. 1988 (22. 11. 88) (パテントファミリーなし) | 1-4 |